요 약 문

Ⅰ . 제목

온정천(부곡온천)유역의 환경용량산정기법 및 그 적용 연구

Ⅱ. 연구의 목적 및 필요성

1. 연구의 목적

본 연구에서는 경남환경기술개발센터의 조사연구사업의 일환으로 추진되고 있는 "경남지역 수질오염 총량관리방안 연구"의 세부과제로서 "온정천(부곡온천)유역의 환경용량 기법 및 그 적용연구"로써 온정천 유역의 오염원 및 지역의 수환경 자료 데이터베이스와 수계 유역의 오염물질 배출량을 산정하고, 유역자정계수 등을 구한 다음 낙동강 본류 구간에서의 하천 환경기준을 달성하기 위한 오염물질 처리 대책 등을 강구하여 오염총량관리제 도입에 따른 경상남도의 지방자치단체별 세부실천계획 수립 시 지방자치단체에서 활용할 수 있는 정형화된 환경용량산정 기법연구를 수행하고자 한다. 또한, 온정천유역에 대한 종래의 수질보전대책의 효과와 한계를 정량화하고 장래의 유역관리의 방향성을 제시하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구의 필요성

산업발달에 따른 국민생활수준은 향상되었지만 그 결과로 파생되는 수질환경오염은 자연생태계 파괴뿐만 아니라 인간의 생명까지 위협을 주게되어 오염된 수질회복과 보전이 절실히 요구되고 있어 정부에서는 다각적인 대책을 수립하여 이를 위한 시행을 하고 있으나 수질이 좀처럼 크게 개선되지 않고 있다. 오염원 및 폐하수량은 매년 증가하고 있으며 읍·면 소재지 이상의 도시지역 하천의 수질이 악화됨에 따라 각종 용수이용에 지장을 초래하고 있는데 이는 오염원의 다양화 및 증가, 하폐수를 처리할 수 있는 환경기초시설의 절대부족 등의 원인이 있지만 또 다른 원인으로서는 그 동안 수량 및 수질관리 업무의 다원화에 따른 대책의 부조화, 수계내의 오염물질이 허용될 수 있는 허용용량이 고려되지 않는 수계관리 및 방지대책, 해당유역의 미비한 현황조사에 따른 기초자료의 부정확성 등에 따라 효율적인 대책이 이루어지지 않는 원인도 들 수 있다. 따라서 보다 효율적인 수질관리 대책을 수립하기 위해서는 오염원에 대한 정확한 정보는 물론 오염원으로부터 배출되는 오염물질을 수용하는 유역환경에 대한 정확한 현황정보를 파악하여 상호 유기적인 시스템이 우선적으로 구축되어야 할 것이며 이러한 시스템을 수축하기 위해서는 먼저

제한된 수자원의 가용용량과 수계 내에서 일어날 수 있는 자연정화 현상이 명확히 조사되어야 하고 이를 토대로 목표수질기준 달성을 위한 적정환경용량이 제시되어야 하나 지금까지 해당지역에서는 이에 대한 조사연구가 미흡한 실정이다. 물론 이와 유사한 개념 하에서 하천유지용수량 산정 및 각종 모델을 이용한 수질예측 등에 관한 연구가 다른 일부지역에서는 수행된 바 있으나 부분적이거나 사용자료에 대한 신뢰성 결여 등으로 실제 수질환경정보에 이용하기에는 아직 많은 문제점을 나타내고 있다.

또한, 지금까지 하수도정비 및 배출수 규제 등 많은 대책에도 불구하고, 대부분의 하천에서 눈에 띄는 수질개선의 징후가 보이지 않고 있다. 이것은 일부 성과를 올리고있는 발생부하를 억제?삭감하는 종래의 대책만이 아니라 인구증가, 시가화의 진전, 대량소비형 생활패턴에의 이행 등 하천유역의 사회상황의 변화도 고려한 종합적인 대책의 필요성을 시사하고 있다.

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

환경기초자료 수집?평가, 수리?수문학적 조사(발생, 배출, 유입 등), 부하량 산정, 수질예측모델 입력인자 산정, 환경용량 산정, 목표수질달성을 위한 허용부하량 산정, 조사기법의 정형화등(현장조사는 월, 계절 및 연간 적정 환경용량을 산정할 수 있는 주기로 실시)을 통하여 온정천 유역에 대한 유역관리의 방향성을 제시하였다. 온정천수계의 구간별 환경기준 달성을 위한 오염총량관리제 도입 시 적용유역으로부터의 오염물질 삭감대안을 선정하기 위하여 처리대상 오염원별, 발생지역별 삭감 우선 순위 등을 선정할 수 있는 모델을 확립한다.

1. 1차년도 내용 및 범위

(1) 환경기초자료수집

(2) 온정천 수질환경 조사(10개 지점)

① BOD, SS, T-N, NH_3-N, NO_2-N, NO_3-N, T-P, DO, pH, 수온, 크로로필a, 대장균류 등을 2002년 3월, 4월, 5월, 6월, 7월에 월1회씩(총 5회) 조사한다.

② Cd, As, Pb, Cr^{6+}, ABS, CN, Hg, 유기인, PCB를 3월, 6월에 1회씩 측정한다.

③ SOD 측정 = 저니의 유기물함량, T-N, T-P를 2002년 3월, 6월에 1회씩 측정한다.

(3) 하천의 유로단면 및 유량조사(수질환경 조사지점과 동일)

2002년 3월, 4월, 5월, 6월, 7월에 월1회씩(총 5회) 조사한다.

(4) 유역의 오염물질 배출량 산정
(5) 오염물질 유하거리 조사
(6) 모델지역 오염물질 유달부하량 산정
(7) 모델지역을 대상으로 하천자정계수 산정

2. 2차년도 내용 및 범위

(1) 온정천 수질환경 조사(10개 지점)

① BOD, SS, T-N, NH_3-N, NO_2-N, NO_3-N, T-P, DO, pH, 수온, 크로로필a, 대장균류 등을 2002년 8월, 9월, 10월, 11월, 12월, 2003년 1월에 월1회씩(총 6회) 조사한다.

② Cd, As, Pb, Cr^{6+}, ABS, CN, Hg, 유기인, PCB를 9월, 12월에 1회씩 측정한다.

③ SOD 측정 = 저니의 유기물함량, T-N, T-P를 2002년 9월, 12월에 1회씩 측정한다.

(2) 하천의 유로단면 및 유량조사(수질환경 조사지점과 동일)

2002년 8월, 9월, 10월, 11월, 12월, 2003년 1월에 월1회씩(총 6회) 조사함.

(3) 오염물질 발생원 DB 구축
(4) 하천자정계수 입력 및 DB 구축
(5) 오염 삭감대상 오염원 우선 순위 산정
(6) 대상구간별 환경용량 산정
(7) 허용 부하량 산정
(8) 타 하천 적용을 위한 SOP(Standard Operating Procedure)작성

Ⅳ. 연구결과

1. 수질

① 수온, pH

수온은 3월 평균 13.7℃, 8월 평균 27.0℃, 11월 평균 13.2℃ 로서 봄과 가을의 차이가 거의 없으며, 여름에 10℃ 이상이 상승함을 나타내고 있다. 농업용수 취수량이 많은 5월의 경우, 상류엔 23.2℃로서 높게 나타나므로서 지상 기상의 영향을 매우 크게 받고 있었으나, 유량은 적지만 유속이 빠른 지점은 그렇지 않은 것으로 나타났다.

pH는 10월 1지점의 최저 6.83에서 11월의 10지점의 최고 9.41까지 7.0이상에서

넓은 범위를 나타내었고, 7.0 이하는 8월에 6지점 6.94 이외에는 나타나지 않았다.

② DO, BOD

월 평균 DO를 월 평균 유량자료와 비교하면 유량이 비교적 많았던 6, 7, 8월에 DO도 높았으므로 타 하천과 마찬가지로 유량증가에 의한 오염물질의 희석효과와 수온 상승에 의한 생물분해속도의 증가로 BOD의 감소 및 상대적인 DO상승효과가 있었던 것으로 나타났다. 그러나 하천 전 구간에 걸친 DO변화의 유형은 유량 및 오염물질의 변화에 민감하게 반응하는 소하천의 특성 때문에 일정한 경향성을 찾기 어려웠으며, 조사 지점별, 월별, 편차도 매우 높게 나타났다.

중규모 이상의 하천에서는 중?장류의 오염부하로 인하여 하류로 갈수록 수질이 악화되는 경향이 있으나 온정천과 같은 소하천은 최소한의 유지수량부족으로 오염물질 유입시 즉시 수질에 반영되므로 동일지점에 대한 월별 BOD편차가 매우 크다.

③ T-N, T-P

온정천의 연중 평균 T-N농도는 지점 9에서 2.91㎎/ℓ로 가장 낮고, 지점 7이 6.26㎎/ℓ로서 가장 높게 나타났다. 지점 7은 하수처리장 방류수이고 고도처리시설 미비로 인한 것으로 판단되며, 지점 9는 지점 7에서 9까지의 구간거리가 약 3㎞정도로 비교적 길고 유량도 어느정도 있기 때문에 자정작용에 의한 것으로 생각된다. 또한 지점 6하류에서 농업용수로 활용하기 위해 하수처리장 서측 우회수로를 거쳐 하수처리장 방류구 인근으로 유입되게 함에 의한 희석효과도 있을 것이나 지점 6의 유량이 적으므로 그 효과는 미미할 것으로 판단된다.

T-P의 경우 최고 농도는 지점 7에서 0.36㎎/ℓ이고 1, 2지점 공히 0.11㎎/ℓ로서 최소치를 나타내고 있으나 지점별로 큰 차이는 나지 않는 것으로 나타났다. 지점 7이 크게 나온 이유는 T-N의 경우와 마찬가지로 생각된다. T-P의 월별 변화 역시 T-N의 경우처럼 유량이 적었던 3, 4, 5월이 많은 6, 7, 8, 9월에 비하여 다소 높게 나타났다.

④ 중금속류 및 유해물질

각 조사지점별 중금속 및 유기인, PCB 등의 농도는 불검출이거나 대체로 낮게 나타나 수질상태가 양호한 것으로 판단된다. 이는 지점 7에 위치한 하수처리장으로 부곡지역의 주 오염발생원인 온천 숙박시설 및 상가 밀접지역을 온천처리분구와 부곡처리분구로 분류하여 오?폐수를 차집하여 보내므로 하천에 직접 유입되지 않고 있으며, 지역 내에 산업시설이 거의 없는 결과로 보인다.

⑤ 저니

일반 하천의 경우 지리적인 영향으로 인해 암석에서 자갈, 모래, 점토에 이르기까지 입도가 다른 하천퇴적물이 발생된다. 이러한 퇴적물의 표면에는 종속영양과 독립영양의 미생물이 부착되어 있다. 또한 장소에 따라서 대형 수초와 각종 수생식물이 무성하게 번식하는 경우가 있다. 특히 폭이 좁고 수심이 낮은 하천에는 하천퇴적물이 수질에 주는 영향은 크다.

농촌지역의 하천 및 수로에는 수초와 침수성 조류가 무성하게 자라는 경우가 있는데 온정천도 다량으로 서식하고 있음을 관찰할 수 있다. 하상의 수초는 강우시에도 쉽게 유출되지 않으며 생장과 고사에 따라 수질의 계절적 변화에 영향을 주는데 수초가 많은 하천은 고사체가 분해되어 수중에 영양물질을 방출하므로 수질농도가 수초가 없는 하천과 비교하여 높은 편이다.

2. 유량

① 변동요인

유량은 월별로 큰 차이가 있을 뿐 아니라 지점별 차이는 더욱 심한 특성을 나타내고 있다. 특히 3, 4, 5월은 농번기로서 농업용수 사용에 따른 수량의 유입⁄유출이 하천 전 구간에 걸쳐 불특정적으로 이루어지고 있음을 목격할 수 있었는데, 실측자료에 의하면 월별 동일지점(7지점)에서 최대 130배 차이가 있는가 하면 5월 측정시에는 무려 3개 지점(1, 8, 9지점)에서 유량이 나타나지 않았고, 동일 월에 있어서는 하류로 갈수록 유량이 증가하는 경향이 있으나 증가의 요인은 하수처리장 방류수가 대부분 차지하고 있고, 하천 본래의 유지수량은 매우 미미한 것으로 나타났다.

6, 7, 8월을 제외하고 6지점에서의 유량이 급감한 이유는 지점 상류측에 보를 설치하여 하수처리장 서측 사창리 방면의 농경지로 우회 수로를 통해 본류 유량을 보내고 있기 때문이다. 5월의 경우 5지점의 유량이 8928.06 ㎥/d이었으나 6지점은 51.84㎥/day로서 무려 본류 유량의 99.4%가 우회수로를 통하여 농업용수로 이용되고 있었다. 갈수기였던 이 기간에 7지점인 하수처리장 방류유량마저 501.12㎥/d로 줄어들면서 평상시 유량이 많았던 8지점과 10지점은 하상이 건천상태로 드러나 유량이 거의 없는 현상을 보였다. 7지점 이후 10지점 사이에서는 별다른 취수설비가 보이지 않았음에도 불구하고 유량이 없었던 것은 농번기에 인근 농경지의 지하수 사용량이 증가하면서 지하수위가 하강하여 7지점의 방류량 마저 지하 침투수로 소모되었기 때문으로 추측된다.

② 수질에 미치는 영향분석

상관관계가 인과관계로 해석되서는 않되지만, Hahn[1)]이 제시한 표본크기 9에서의 통계적 유의 수준 10% 한계치 0.34를 넘는 경우는 지점 8의 BOD 에관한 결정계수가 0.43으로서 하나 뿐이다. 월별 평균값에 대한 경우도 6월의 BOD에서 R^2 이 0.53으로서 유일하고, 한계치와 근사한 경우는 3월 평균 T-P에서의 0.34 및 10월 평균 BOD 에 대한 0.33 이 전부로 나타나므로서 수치로 표현되는 상관관계의 정도는 항목별 고찰에서 언급했던 유량이 수질에 작용했던 영향을 입증할 수 없었다.

3. 자정계수

① BOD, T-N, T-P

월별자정계수는 5, 7, 9, 10월에서 유량이 없거나 산정이 불가하여 제외되었고 BOD의 경우 6월이 2.54/㎞로서 가장 높았고 8월이 0.12/㎞로 가장 낮았다. T-N 및 T-P도 BOD와 유사한 경향인 것으로 나타났으며, 각 수질항목에 대한 평균은 BOD 0.99/㎞, T-N 1.02/㎞, T-P 1.13/㎞로서 매우 유사하였다.

② Glucose 투입조사

COD의 경우 1.11/㎞로서 앞의 BOD평균값보다 다소 높게 나왔으며 T-N 및 T-P의 경우도 각각 1.43/㎞, 1.48/㎞로서 월별 평균값보다 다소 높게 나타났다. 결과적으로 볼 때 온정천은 일정 유량이 유지될 경우 유기물 및 영양염류의 자정계수는 1.0/㎞ 이상이 될 것으로 보이며, 따라서 자정능력이 매우 높은 것으로 나타났다.

4. 오염부하량 산정

① 생활계

온정천 배수구역 인구를 곱하여 산출한 생활하수의 총 발생량은 912㎥/일로 나타났다. 각 배수구역별로 발생량은 부곡리가 가장 많은 355㎥/일로 전체의 39%를 차지하고 있으며, 다음으로는 거문리 341㎥/일(37.4%)이고 청암, 사창, 온정리의 순으로 나타났다. 현재 부곡면은 처리용량 13,000㎥/일의 하수처리장을 가동중이고, 온정천 유역의 하수처리구역 내에서 처리되는 용량은 거문리와 부곡리의 696㎥/일이다.

② 산업계

부곡면은 온천을 중심으로한 관광 특구로 지정되어 있어 공장의 입지가 그리 많

지 않은 실정이다. 특히 온정천 유역에는 공장은 전혀 입지해 있지 않고, 대부분의 산업폐수 배출업소는 거문리(5개소)와 부곡리(3개소)에 병원, 세차장, 세탁업소가 주종을 이루고 있다. 이는 산업체의 대부분이 5종이하의 소형 업체이고, 또한 위탁처리로 수거해 가는 경우, 그리고 부곡 하수처리장과 연계하여 처리하고 있는데 기인하였다.

③ 축산계

유역내 축산폐수 발생량은 14.1㎥/일이고, 발생되는 BOD(70.8kg/일) 및 질소(9.3 kg/일)의 오염부하량 전량이 배수 구역으로 배출되고 있는 실정이다.

④ 자연계

온정천 유역의 지목별 토지 이용 현황은 총 4.004㎢중 97.6%(3.904㎢)가 전, 답, 임야이고 나머지 2.4%가 대지로 구성되어 있어, 비 점오염원의 부하가 온정천의 유량에 비하여 비교적 크게 나타날 소지를 가지고 있다. 온정천 유역의 총 오염 발생량 BOD 29.04kg/일, T-N 8.57kg/일, T-P 0.61kg/일이 전혀 삭감되지 않고 배수구역으로 배출되고 있는 것으로 계산되었다.

총발생부하량은 BOD의 경우 841.64kg/일, T-N의 경우 49.07kg/일, T-P의 경우 8.51kg/일로 나타났고, 총배출부하량은 BOD 264.74kg/일, T-N 36.47kg/일, T-P 5.51kg/일로 나타났다. 총제거량은 BOD 576.90kg/일, T-N 12.60kg/일, T-P 3.00 kg/일로 나타났다.

5. 유달 부하량 산정

① 실측 유달부하량

온정천 배수구역 유달부하량은 BOD의 경우 7월에 497.71kg/일로 가장 높게 나타났고, 5월과 9월에는 유량에 0 이었기 때문에 BOD, T-N, T-P의 유달 부하량이 0.00으로 나타났다. T-N과 T-P의 경우도 7월에 가장 높게 나타났는데 T-N 162.29kg/일, T-P 4.79kg/일로 높게 나타났다.

② 실측 유달률

온정천 배수구역 실측 유달률은 BOD의 경우 7월에 1.88, 8월에 0.96으로 높게 나타났으며, T-N의 경우 3월 및 4월에 1이상의 높은 값을 보이고 있는데 이는 농번기의 비료의 영향으로 추정된다. T-P의 경우 실측 유달률도 BOD, T-N의 경우와

마찬가지로 7월 및 8월의 경우가 다른 월에 비하여 높게 나타나는 경향을 보이고 있다.

6. 환경 용량 산정

① 총 허용유출부하량

온정천 배수구역 총허용유출부하량은 BOD, T-N, T-P 모두 7월에 가장 높은 값을 나타내고 있는데 각각 73.97kg/일, 9.86kg/일, 0.74kg/일의 총 허용유출부하량을 나타내고 있다.

② 하천 자정량

T-N의 경우 3월, 4월, 7월, 8월의 값이 음의 값을 나타내었는데, 이는 3월, 4월은 농번기의 비료사용의 영향으로 7월, 8월은 강우에 의한 온정천 유역의 질소성분이 유출되기 때문으로 사료된다.

③ 환경용량

온정천 배수구역 환경용량은 BOD의 경우 5월과 9월 841.64kg/일로 가장 높게 산정되었고, T-N의 경우는 5월과 9월에 49.07kg/일로 가장 높게 산정되었다. 3월, 7월, 8월에는 농경지 및 유역으로부터 질소의 다량 유입으로 환경용량이 음의 값을 보였다. T-P의 경우는 5월과 9월에 8.51kg/일로 가장 높게 산정되었고, 7월에는 4.46kg/일로 가장 낮게 산정되었다.

④ 삭감 부하량

삭감 부하량은 월별 변동이 심하고 BOD는 3월 165.57kg/일, 4월 114.81kg/일, 7월 423.75kg/일, 10월 81.01kg/일로 산정되었다. BOD, T-N, T-P 모두 유량이 없는 5월, 9월을 제외하고 삭감 부하량이 발생하였고, 특히 T-N은 3월, 4월, 7월, 8월에 삭감 부하량이 큰 값을 보였다.

7. 삭감 부하량 우선 순위

온정천에서 삭감 부하량 우선 순위는 첫 번째 5지점의 집수구역에 대한 하수관거를 정비하고 5지점내에 있는 오폐수를 완전 차집하여 하수처리장에서 처리하여 온정천으로 방류하는 것이 온정천 전체 수계에 대한 오염부하량을 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 두 번째 현실적으로 100% 오?폐수를 완전 차집하는 것은 불가능하기 때문에 하수 처리장 시설을 개선하여 처리장으로부터의 방류수의 수질을 개선하

는 것이 10지점에서의 수질 개선에 영향을 줄 것이라고 사료된다. 세 번째로 온정천은 유량이 일정하지 않고, 갈수기 동안 하천 바닥이 드러날 정도로 유량이 적은 관계로 이 시기에 수질이 악화되는 경향을 보이고 있다. 따라서, 낙동강 등에서 온정천 상류지역으로 용수를 송수하여 하천 유지 용수를 확보하는 방법도 고려해 볼 수 있다.

8. 모델링 결과

모형을 실행한 결과, 계산된 유량이 실제 유량의 353.37%의 값을 나타내었다. 이는 최하류 유량 측정지점(10지점)에서의 유량이 0이 되는 경우가 발생한 것이 영향을 준 것으로 생각된다. 따라서, 실측으로 구하여진 값으로 본 Tank 모형을 실행하는 것은 타당하지 못하다고 생각된다.

QUAL2E 프로그램을 사용하여, 점 오염원인 5지점 및 7지점의 오염물질 삭감에 대한 10지점의 영향을 고려하기 위하여, 프로그램을 실행하였으나, 대상하천인 온정천은 유하 거리가 짧으며, 외부 환경 및 비점오염원의 영향에 민감한 소하천유역이기 때문에 유량 및 수질의 월별 변화추이가 일정치 않고, 특히, 최 상류지점인 1, 2지점의 농도 변화가 커 모델을 실행시켜 도출된 결과값과 실측자료 사이에 많은 차이가 나타났다. 유량 또한, 프로그램 설정 매개변수로 점오염원이 2개 지점으로 설정되었으나 비점오염원에 대한 설정은 제외하였으며, 농번기에 온정천으로부터 농업용수로 사용된 유량과 각종 취수구에서 취수되는 유량의 측정이 불가능하기 때문에, 실측된 유량이 하류에서 증가하는 경향을 보이지 않았다. 그리고, 하천 바닥이 자갈인 경우가 많아, 많은 양의 하천수가 토양으로 스며들어 유량이 거의 없어 하천 바닥이 드러나는 경우도 많아 온정천 전체수계에 대한 정확한 유출량 및 유입량의 설정이 불가능하였다. 따라서, QUAL2E 모델링 프로그램을 이용한 온정천의 오염물질 삭감에 의한 낙동강 합류지점의 수질 변화를 예측하는 것은 타당하지 않다고 판단된다.

9. 타 하천 적용을 위한 SOP(standard Operating Procedure)작성

온정천 유역과 같은 소규모하천은 유량, 점 오염원 등에 대단히 민감하여 일반적으로 사용되고 있는 모델 적용은 어렵다고 생각된다.

따라서 소하천에 대한 SOP는 하천별로 특색이 매우 강하기 때문에 하천별로 장기간에 걸친 조사에 의하여 작성되어야 하고, 그림4-20에 제시된 방법으로 수행하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 연구결과의 활용계획

온정천은 지방2급 규모의 소하천이라서 갈수기에는 유량측정 및 유량수지 산정이 불가능한 지점이 많이 발생하였고, 실측 유달부하량도 약간의 요인에도 매우 민감한 특성을 보이고 있다. 특히 농번기에는 하천의 물을 농업용수로 많이 취수하여 하천이 건천화되는 지역이 많이 발생하였고, 봄철에는 비료 사용 등에 의한 원인으로 추정되는 질소 성분이 배출부하량보다 더 많이 실측유달부하량으로 산정되어 이에 대한 대책이 시급하다. 따라서 온정천과 같은 소하천인 경우는 모델에 의한 수질예측, 실측에 의한 하천자정계수 등의 산출이 불가능한 경우가 많기 때문에 오염총량관리제를 도입할 시에는 경상남도의 모든 소규모하천에 대하여 장기간에 걸친 조사 연구가 필요하고, 모델에 의한 예측보다는 본 연구에서 제시한 방법으로 환경용량을 산정하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

본 연구 결과는 경상남도 각 시·군의 674개의 2급지방하천과 2,930개(시계 1,002개, 군계 1,928개)의 소하천에 대한 환경용량을 산정하여 오염총량관리 도입에 중요한 기초 자료로 활용할 수 있다. 그러나, 우리 나라의 대부분의 소하천은 위에서 언급한 바와 같이 소하천 마다의 특성 및 작은 요인에도 크게 반응하고, 갈수기 및 농번기에는 건천화되는 하천이 많을 것으로 추정되기 때문에 본 결과를 다른 하천에 직접 적용하기는 어려울 것으로 생각된다.